

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-053299

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 11-225504

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 09.08.1999

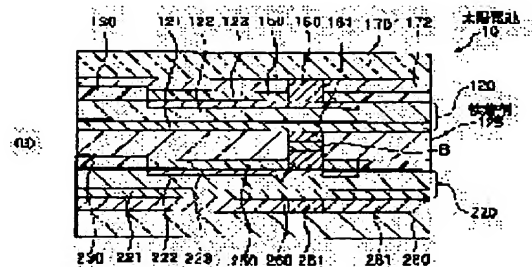
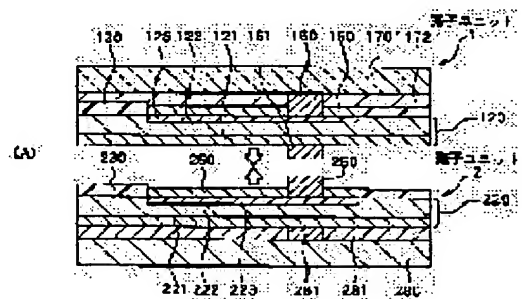
(72)Inventor : YAMAUCHI KAZUSHI
INAKANAKA HIROSHI
MATSUSHITA TAKESHI

(54) MANUFACTURE OF SOLAR CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a solar cell, where wasted material can be least.

SOLUTION: A surface support board 170' is bonded to the surface of a solar cell element film 120 for the formation of an element unit 1. A rear support board 280 is bonded on the rear of a solar cell element film 220 for the formation of an element unit 2. The laminated units 1 and 2 are pasted together to make the solar cell element films 120 and 220 confront each other, by which a laminated solar cell 10 where the solar cell element films 120 and 220 are sandwiched between the surface support board 170' and the rear support board 280 is formed. The element units 1 and 2 are pasted together to obtain the solar cell 10, so that an element unit which contains a defective solar cell element film is omitted in advance, only the element units which contain non-defective solar cell element films can be pasted together, and therefore the wasted material can be least.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-53299

(P2001-53299A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

キーワード* (参考)

Y 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-225504

(22) 出願日 平成11年8月9日 (1999.8.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 山内 一志

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 田舎中 博士

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

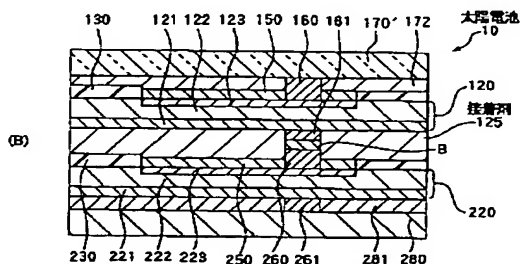
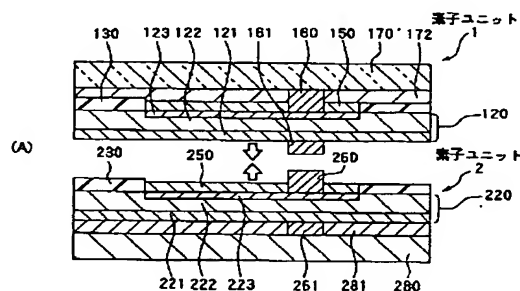
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 材料の無駄を最小限に抑えることができる太陽電池の製造方法を提供する。

【解決手段】 太陽電池素子膜120の表面に表面支持基板170'を接着することにより、素子ユニット1を形成する。また、太陽電池素子膜220の裏面に裏面支持基板280を接着することにより素子ユニット2を形成する。これら積層ユニット1と積層ユニット2を、太陽電池素子膜120、220が対向するように貼り合わせることによって、太陽電池素子膜120、220が表面支持基板170'と裏面支持基板280により挟み込まれた構造の積層型の太陽電池10を形成するようにした。素子ユニット1、2の貼り合わせにより太陽電池10を形成するようにしたので、欠陥の有る太陽電池素子膜を含む素子ユニットを予め除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを貼り合わせることが可能になり、従って材料の無駄を最小限に抑えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の太陽電池素子膜を備えた太陽電池の製造方法であって、太陽電池素子膜を支持基板により支持してなる複数の素子ユニットを形成する工程と、前記複数の素子ユニットを組み合わせて太陽電池を形成する工程とを含むことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項2】 複数の太陽電池素子膜を備えた太陽電池の製造方法であって、太陽電池素子膜を支持基板により支持してなる複数の素子ユニットを形成する工程と、前記複数の素子ユニットのうち少なくとも2つの素子ユニットを、前記太陽電池素子膜同士が対向するように積層する工程とを含むことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項3】 前記太陽電池素子膜を積層する工程は、前記複数の素子ユニットのうち2つの素子ユニットを、前記太陽電池素子膜同士が対向するように貼り合わせる工程を含むことを特徴とする請求項2記載の太陽電池の製造方法。

【請求項4】 前記太陽電池素子膜を積層する工程は、既に積層された前記少なくとも2つの素子ユニットから、前記支持基板の一つを剥離する工程と、この支持基板が剥離された箇所に、前記複数の素子ユニットのうちの他の素子膜を、前記太陽電池素子膜同士が対向するように貼り合わせる工程とを含むことを特徴とする請求項3記載の太陽電池の製造方法。

【請求項5】 前記貼り合わせ工程において、前記2つの素子ユニットを接着剤を介して接着することを特徴とする請求項3に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項6】 前記素子ユニットを形成する工程は、半導体基板上に前記太陽電池素子膜を形成する工程と、前記太陽電池素子膜の表面に電極層を形成する工程と、前記太陽電池素子膜の表面に前記支持基板を接着する工程と、前記太陽電池素子膜から前記半導体基板を剥離する工程とを含むことを特徴とする請求項2記載の太陽電池の製造方法。

【請求項7】 前記半導体基板上に前記太陽電池素子膜を形成する前に、前記半導体基板の前記太陽電池素子膜を形成する側の表面近傍に陽極化成法により多孔質層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項6記載の太陽電池の製造方法。

【請求項8】 前記半導体基板はSi（シリコン）またはGe（ゲルマニウム）により形成されていることを特徴とする請求項6記載の太陽電池の製造方法。

【請求項9】 前記太陽電池素子膜は、前記半導体基板上にエピタキシャル成長またはヘテロエピタキシャル成

長によって形成されていることを特徴とする請求項6記載の太陽電池の製造方法。

【請求項10】 前記素子ユニットを形成する工程は、半導体基板上に前記太陽電池素子膜を形成する工程と、前記太陽電池素子膜の表面に電極層を形成する工程と、前記太陽電池素子膜の表面に支持部材を接着する工程と、前記太陽電池素子膜から前記半導体基板を剥離する工程と、

10 前記太陽電池素子膜における前記半導体基板が剥離された面に、前記支持基板を接着する工程と、前記太陽電池素子膜から前記支持部材を剥離する工程とを含むことを特徴とする請求項2記載の太陽電池の製造方法。

【請求項11】 前記半導体基板上に前記太陽電池素子膜を形成する前に、前記半導体基板の前記太陽電池素子膜を形成する側の表面近傍に陽極化成法により多孔質層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項10記載の太陽電池の製造方法。

20 【請求項12】 前記支持基板は半導体基板からなり、前記素子ユニットを形成する工程は、前記半導体基板上に前記太陽電池素子膜を形成する工程を含み、前記素子ユニットの貼り合わせ工程の後に、前記太陽電池素子膜から前記半導体基板を剥離することを特徴とする請求項2記載の太陽電池の製造方法。

【請求項13】 前記太陽電池素子膜から前記半導体基板を剥離する工程に続いて、前記太陽電池素子膜における前記半導体基板が剥離された面に、微少な凹凸を持つ反射面を形成する工程を含むことを特徴とする請求項12記載の太陽電池の製造方法。

【請求項14】 前記半導体基板上に前記太陽電池素子膜を形成する前に、前記半導体基板の前記太陽電池素子膜を形成する側の表面近傍に陽極化成法により多孔質層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項13記載の太陽電池の製造方法。

【請求項15】 複数の太陽電池素子膜を二次元的に配置してなる太陽電池の製造方法であって、太陽電池素子膜を支持基板により支持してなる素子ユニットを形成する工程と、複数の前記素子ユニットを、共通部材の共通の面に接着する工程とを含むことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項16】 さらに、前記共通部材に接着された複数の前記素子ユニットの太陽電池素子膜から前記支持基板を剥離する工程を含むことを特徴とする請求項15記載の太陽電池の製造方法。

【請求項17】 前記素子ユニットを形成する工程にお

いて、

各々の前記太陽電池素子膜の前記共通部材に接着される側の面に、プラス電極とマイナス電極を形成する工程を含むこと特徴とする請求項15記載の太陽電池の製造方法。

【請求項18】 前記素子ユニットを前記共通部材に接着する工程において、

各太陽電池素子膜のプラス電極を、隣接する太陽電池素子膜のマイナス電極に接続することにより、前記複数の前記太陽電池素子膜を直列に接続すること特徴とする請求項17記載の太陽電池の製造方法。

【請求項19】 前記支持基板は半導体基板からなり、前記太陽電池素子膜を、前記半導体基板上にエピタキシャル成長またはヘテロエピタキシャル成長により形成するようにしたことを特徴とする請求項15記載の太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の太陽電池素子膜を備えた太陽電池の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】太陽電池の分野では、エネルギー変換効率を高めるため、複数の太陽電池素子膜を積層してなる太陽電池（いわゆるタンデム型太陽電池）の開発が進んでいる。このような太陽電池では、比較的短い波長の光を吸収する太陽電池素子膜（例えば、単結晶Si（シリコン）太陽電池素子膜）を受光面の近くに配置し、比較的長い波長の光を吸収する太陽電池素子膜（例えば、単結晶SiGe（シリコンゲルマニウム）太陽電池素子膜）を受光面から離れた位置に配置することで、幅広い波長帯域の光を効率的に吸収するようになっている。

【0003】従来より、このような太陽電池の製造方法としては、基体の上にプラズマCVD法などを用いて複数層の太陽電池素子膜を順に積層形成するという方法がアモルファスシリコン太陽電池に用いられている。

【0004】また、近年、太陽電池の受光面積を大きくするため、複数の太陽電池素子膜を二次元的に配置してなる太陽電池（いわゆる二次元配置集積型太陽電池）の開発も進んでいる。従来より、このような太陽電池の製造方法としては、大型の基板の上に、プラズマCVD法などを用いて複数の太陽電池素子膜を並べて形成するという方法が用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のタンデム型および二次元配置集積型の太陽電池の製造方法では、形成された太陽電池素子膜の一つに欠陥があると、太陽電池全体を不良品として廃棄しなければならない。従って、欠陥の無い太陽電池素子膜まで廃棄することになり、材料が無駄になるという問題がある。

【0006】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、材料の無駄を最小限に抑えることができる太陽電池の製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による太陽電池の製造方法は、太陽電池素子膜を支持基板により支持してなる複数の素子ユニットを形成する工程と、複数の素子ユニットを組み合わせて太陽電池を形成する工程とを含んでいる。

【0008】また、本発明による別の太陽電池の製造方法は、太陽電池素子膜を支持基板により支持してなる複数の素子ユニットを形成する工程と、複数の素子ユニットのうち少なくとも2つの素子ユニットを、太陽電池素子膜同士が対向するように積層する工程とを含んでいる。

【0009】また、本発明による他の太陽電池の製造方法は、太陽電池素子膜を支持基板により支持してなる素子ユニットを形成する工程と、複数の素子ユニットを共通部材の共通の面に接着する工程とを含んでいる。

【0010】本発明による太陽電池の製造方法では、ある太陽電池素子膜に欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを組み合わせる太陽電池を形成する。また、太陽電池素子膜は支持基板によって支持されているため、太陽電池素子膜が薄くても（例えば1μm程度でも）組み合わせ作業は可能である。

【0011】また、本発明による別の太陽電池の製造方法では、ある太陽電池素子膜に欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを貼り合わせて太陽電池を形成する。

【0012】また、本発明による他の太陽電池の製造方法では、ある太陽電池素子膜に欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを共通部材に接着して太陽電池を形成する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0014】〔第1の実施の形態〕図1ないし図11を参照して、本発明の第1の実施の形態に係るタンデム型太陽電池の製造方法について説明する。

【0015】図1は、第1の実施の形態に係るタンデム型太陽電池の製造方法を表す工程図である。また、図2ないし図7は、図1に示した製造方法を説明するための工程毎の断面図を表すものである。

【0016】第1の実施の形態では、単結晶Si（シリコン）太陽電池素子膜120を含む素子ユニット1と、単結晶SiGe（シリコンゲルマニウム）太陽電池素子

膜を含む素子ユニット2とを貼り合わせることによって、2層構造のタンデム型太陽電池を製造するようになっている。

【0017】素子ユニット1の製造方法

まず、図1のステップS10ないしS28に示した、素子ユニット1の製造方法について説明する。ここでは、図2(A)に示したような、例えば(100)結晶面を持つ単結晶Siよりなる半導体基板100を使用する。陽極化成をするために単結晶Siとしては、例えばB(ホウ素)などのp型不純物が 10^{13} atoms/cm²程度添加され、 $0.01 \sim 0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の比抵抗を有するものが好ましい。

【0018】図2(B)に示したように、半導体基板100の表面に、陽極化成法によって多孔質層110を形成する(S10)。陽極化成法は、半導体基板100を陽極としてフッ化水素酸溶液中で通電を行う方法であり、例えば伊東等による「表面技術Vol.46, No.5, p8~13, 1995 [多孔質シリコンの陽極化成]」に示された2重セル法により行うことができる。この方法では、2つの電解溶液層の間に多孔質層を形成すべき半導体基板100を配置し、両方の電解溶液槽に直流電流と接続された白金電極を配置する。そして、両電解溶液槽に電解溶液を入れ、白金電極に直流電圧を印加し、半導体基板100を陽極、白金電極を陰極とする。これにより、半導体基板100の一方の面が浸食されて多孔質化する。

【0019】具体的には、例えば電解溶液(陽極化成溶液)としてHF(フッ化水素):C₂H₅OH(エタノール)=1:1(49%HF溶液と95%C₂H₅OH溶液との体積比)の電解溶液を用い、例えば1mA/cm²程度の電流密度で8分間、第1段階の陽極化成を行うことにより、例えば厚さが1.7μm程度で多孔率が小さい(例えば16%程度)低多孔率多孔質層112を形成する。次に、例えば7mA/cm²の電流密度で8分間、第2段階の陽極化成を行い、例えば厚さが6.3μm程度で多孔率が中程度(例えば26%程度)の中多孔率多孔質層113を形成する。次いで、例えば200mA/cm²の電流密度で数秒間第3段階の陽極化成を行うことにより、例えば厚さが0.05μm程度で多孔率が大きな(例えば60~70%程度)高多孔率多孔質層114を形成する。これにより、約8μmの厚さで多孔率の異なる3つの多孔質層112, 113, 114からなる多孔質層110が形成される。

【0020】次に、例えば1100℃の温度で30分間水素アニールを行い、多孔質層110の表面に存在する穴を塞いだ後、SiH₄(シラン)等のガスを用いて例えば1070℃の温度条件で多孔質層110上に単結晶Si層をエピタキシャル成長させ、膜厚1~50μmの単結晶Si太陽電池素子膜120を形成する(S12)。より詳細には、多孔質層110の上の単結晶Si層に例えば 10^{13} atoms/cm²程度のB(ホウ素)をドービ

ングしてp⁺層121とし、このp⁺層121上に再びBをドーブし(但し、ドーブ量は減らす。)、単結晶Si層を1~10μmの膜厚にエピタキシャル成長させてp層122とする。

【0021】次に、図2(D)に示したように、太陽電池素子膜120上に、例えば熱酸化により、酸化膜130を所定のパターンに形成した後、このパターンニングされた酸化膜130をマスクとしてp層122内にn型不純物(P(リン)など)をドーピングすることによりn⁺層123を形成する。このn⁺層123上に、例えばTiO₂(酸化チタン)からなる反射防止膜150を形成する。さらに、反射防止膜150に電極用開口部151を形成して、この電極用開口部151に選択的に例えばTi/Pd/Ag(チタン/パラジウム/銀)よりなる表面電極160を形成する。ここで、上述の水素アニールとエピタキシャル成長を行っている間に、多孔質層110中の多孔率が大きかった部分(すなわち、図2(B)における高多孔率多孔質層114)がさらに高多孔化し、引っ張り強度が最も弱い層すなわち分離層111になる。但し、この分離層111は、太陽電池素子膜120が半導体基板100から離れない程度の引っ張り強度は有している。

【0022】表面電極160を形成した後、図3(A)に示したように、接着フィルム171を用いて、太陽電池素子膜120の表面に、例えばPET(ポリエチレンテレフタレート)からなる表面支持基板170を接着する(S14)。なお、表面支持基板170には、後述する素子ユニット1と素子ユニット2の貼り合わせ作業等に耐えうる機械的強度が必要であり、その厚みは0.1mm以上であることが望ましい。なお、接着フィルム171は、例えば、米国ランディック社で開発された、感温性粘着剤インテリマー(ニッタ株式会社製)を塗布したPET基板を使用する。室温での接着力は30g/25mmであるが、60℃では3g/25mm以下になり、1/10以下の接着力になる。

【0023】続いて、図3(B)に示したように、多孔質層110の分離層111を破壊して、太陽電池素子膜120から半導体基板100を剥離する(S16)。剥離の際には、例えば、表面支持基板170と半導体基板100との間に引っ張り応力を加える方法、水あるいはエタノールなどの溶液中に半導体基板100を浸し、超音波を照射して分離層111の強度を弱めて剥離する方法、遠心力を加え分離層111の強度を弱めて剥離する方法を用いる。また、上記3つの方法のうちの複数を併せて用いても良い。半導体基板100の剥離後は、太陽電池素子膜120は表面支持基板170のみによって支持されることになる。

【0024】続いて、太陽電池素子膜120の裏面に付いている多孔質層110Aをエッチングにより除去した後、図3(C)に示したように太陽電池素子膜120

の裏面に例えばスパッタ法により、例えばTi/Pd/Agよりなる裏面電極161を形成する(S18)。

【0025】次に、図4(A)に示したように、太陽電池素子膜120の裏面に、例えばPETあるいはPC(ポリカーボネート)からなる裏面支持基板180を接着する(S20)。なお、太陽電池素子膜120と裏面支持基板180との接着のために使用するワックス181(図4(B))は、65℃で溶融するものである。

【0026】次に、図4(B)に示したように、太陽電池素子膜120を60℃に加熱して接着フィルム171(図4(A))の接着力を低下させ、太陽電池素子膜120の表面から表面支持基板170を剥離する(S22)。

【0027】続いて、表面電極160に図示しないリード線を半田付けにより接続した(S24)後、図4

(C)に示したように、透明なプラスチックで構成された表面支持基板170'を太陽電池素子膜120の表面に接着する(S26)。表面支持基板170'と太陽電池素子膜120の接着のためには、例えば、透明なエポキシ樹脂(接着剤)を用いる。

【0028】さらに、太陽電池素子膜120を70℃に加熱して、太陽電池素子膜120と裏面支持基板180の間のワックス181を溶融させ、太陽電池素子膜120から裏面支持基板180を剥離する(S28)。このようにして、図4(D)に示したような、表面支持基板170'に単結晶Si太陽電池素子膜120が保持された、素子ユニット1が完成する。なお、表面支持基板170'は、本発明の「支持基板」の一具体例に対応する。

【0029】第2の素子ユニット2の製造方法

次に、図1のステップS30ないしS42に示した、第2の素子ユニット2の製造方法について説明する。図5(A)に示す半導体基板200は、素子ユニット1の半導体基板100と同様にp型不純物が添加された単結晶Siからなっている。まず、図5(B)に示したように、半導体基板200の表面に、陽極化成法によって多孔質層210を形成する(S30)。なお、陽極化成法の詳細については、説明を省略する。

【0030】次に、例えば1100℃の温度で30分間水素アニールを行い、多孔質層210の表面に存在する穴を塞いだ後、SiH₄ガスとGeF₄(フッ化ゲルマニウム)ガスを用いて、多孔質層210上に単結晶SiGe(シリコンゲルマニウム)を成長させ、単結晶SiGe太陽電池素子膜220を形成する(S32)。具体的には、多孔質層210の上の単結晶SiGe層に例えば10¹³atms/cm²程度のBをドーピングしてp⁺層221とし、このp⁺層221上に再び単結晶SiGe層を1~49μmエピタキシャル成長させてp層222とする。さらに、単結晶SiGe層上に例えば熱酸化により酸化膜230を形成しパターンニングした後、このパター

ニングされた酸化膜230をマスクとしてp層222内にn型不純物(例えばP)をドーピングすることによりn⁺層223を形成する。太陽電池素子膜220の表面には、素子ユニット1の製造方法と同様に、酸化膜230、反射防止膜250および表面電極260を形成する。

【0031】次に、図6(A)に示したように、接着フィルム271を用いて、太陽電池素子膜220の表面に、例えばPET(ポリエチレンテレフタレート)からなる表面支持基板270を接着する(S34)。接着フィルム271の材質は、素子ユニット1の製造方法で用いた接着フィルム171と同様であり、室温では接着力が大きく50℃で接着力が低下するものである。

【0032】続いて、多孔質層210を破壊して、太陽電池素子膜220から半導体基板200を剥離する(S36)。剥離方法は、素子ユニット1の製造方法における半導体基板100の剥離(ステップS16)と同様である。

【0033】続いて、太陽電池素子膜120の裏面に付いている多孔質層210をエッチングにより除去した後、図6(B)に示したように太陽電池素子膜220の裏面に例えばスパッタ法により、例えばTi/Pd/Agよりなる裏面電極261を形成する(S38)。また、この裏面電極261と図示しないリード線を半田付けによって接続する。

【0034】次に、図6(C)に示したように、太陽電池素子膜220の裏面に、例えばエポキシ樹脂281(図6(D))を用いて、例えばPETあるいはPCからなる裏面支持基板280を接着する(S40)。

【0035】次に、図6(D)に示したように、太陽電池素子膜220を60℃に加熱して接着フィルム271の接着力を低下させ、太陽電池素子膜220の表面から表面支持基板270を剥離する(S42)。このようにして、単結晶SiGe太陽電池素子膜220が裏面支持基板280によって支持された素子ユニット2が形成される。ここで、裏面支持基板280は、本発明の「支持基板」の一具体例に対応する。また、図6(D)で剥離される表面支持基板270は、本発明の「支持部材」の一具体例に対応する。

【0036】素子ユニット1、2の貼り合わせ方法

以上の工程により製造された2つの素子ユニット1、2を、図7(A)に示したように、太陽電池素子膜120と太陽電池素子膜220を向き合わせた状態で貼り合わせる(S44)。素子ユニット1、2を接着するために用いる接着剤125(図7(B))は、例えば透明なエポキシ樹脂である。また、太陽電池素子膜120の裏面電極161と太陽電池素子膜220の表面電極260とは、半田パンプB(図7(B))により電気的に接続する。

【0037】このようにして、図7(B)のように、単

結晶 Si 太陽電池素子膜 120 と単結晶 SiGe 太陽電池素子膜 220 が直列に接続され、2 枚の基板（表面支持基板 170' と裏面支持基板 280）で挟まれた 2 層構造のタンデム型太陽電池 10 が得られる。

【0038】このようにして構成された 2 層構造のタンデム型太陽電池 10 では、透明な表面支持基板 170' を透過した光が太陽電池素子膜 120 に入射する。入射光のうち、比較的波長の短い光は単結晶 Si 太陽電池素子膜 120 によって吸収され、それにより発生した光起電力が表面電極 160 と裏面電極 161 を介して出力される。また、単結晶 Si 太陽電池素子膜 120 を通過した比較的波長の長い光は、単結晶 SiGe 太陽電池素子膜 220 によって吸収され、それにより発生した光起電力が表面電極 260 と裏面電極 261 を介して出力される。

【0039】図 7（B）に示した 2 層構造のタンデム型太陽電池 10 では、比較的短い波長の光を吸収する単結晶 Si 太陽電池素子膜 120 が光の入射面に近い側に配置され、長い波長の光を吸収する単結晶 SiGe 太陽電池素子膜 220 が光の入射面から遠い側に配置され配置されているため、幅広い波長帯域の光を効率的に吸収することができる。

【0040】3 層構造の太陽電池の製造方法

図 8 は、2 層構造のタンデム型太陽電池に太陽電池素子膜をさらに 1 層追加し、3 層構造のタンデム型太陽電池を得るための製造工方法を表す工程図である。図 9 および図 10 は、3 層構造の太陽電池の製造方法を説明するための工程毎の断面図を表すものである。3 層構造にする場合、図 7（B）の接着剤を、エポキシ樹脂にしないで、80℃で溶融するワックスを使用する。

【0041】まず、図 9（A）に示したように、2 層構造のタンデム型太陽電池 10 をワックス 172（図 7（B））の溶融温度（80℃）以上に加熱して、太陽電池素子膜 120 の表面から表面支持基板 170' を剥離する（S48）。

【0042】次に、太陽電池 10 に新たに積層する素子ユニット 3（図 9（B））を、図 8 のステップ S50 ないし S68 の工程により製造する。なお、素子ユニット 3 の製造工程は素子ユニット 1 の製造工程とほぼ同じであるので、工程毎の断面図は省略する。

【0043】図 9（B）に示す素子ユニット 3 は、素子ユニット 1 と同様の方法で形成される。すなわち、図示しない半導体基板の上に多孔質層を形成し（S50）、その上に SiC（炭化珪素）を成長させ、SiC 太陽電池素子膜 320 を形成する（S52）。具体的には、半導体基板の多孔質層の上に、SiC 層に B をドーピングして p⁺ 層 321 とし、この p⁺ 層 321 上に再び SiC 層を 1～5 μm エピタキシャル成長させて p 層 322 とする。さらに、SiC 層上に例えば酸化膜 SiO₂ 330 を形成しパターニングした後、このパターニングさ

れた酸化膜 330 をマスクとして p 層 322 内に n 型不純物（例えば P）をドーピングすることにより n⁺ 層 323 を形成する。太陽電池素子膜 320 の表面には、素子ユニット 1 の製造方法と同様にして、酸化膜 330、反射防止膜 350 および表面電極 360 を形成する。

【0044】続くステップ S54 ないし S68 の工程は、素子ユニット 1 の製造工程におけるステップ S14 ないし S28 と同様である。すなわち、太陽電池素子膜 320 の表面に、50℃で接着力が低下する接着フィルム 371 を用いて、例えば PET からなる表面支持基板（図示せず）を接着する（S54）。続いて、半導体基板（図示せず）を太陽電池素子膜 320 から剥離する（S56）。さらに、太陽電池素子膜 320 の裏面に、例えば Ti/Pd/Ag よりなる裏面電極 361 を形成し（S58）、この裏面電極 361 と図示しないリード線とを半田付けによって接続する。

【0045】次に、太陽電池素子膜 320 の裏面に、70℃で溶融するワックスを用いて、例えば PET あるいは PC からなる裏面支持基板（図示せず）を接着する（S60）。続いて、太陽電池素子膜 320 を 60℃に加熱して接着フィルム 371 の接着力を低下させ、太陽電池素子膜 320 の表面から表面支持基板 370 を剥離する（S62）。

【0046】次に、表面電極 360 と図示しないリード線とを半田付けにより接続した（S64）後、透明な部材で構成された表面支持基板 370 を太陽電池素子膜 320 の表面に接着する（S66）。このとき、接着剤としては、透明なエポキシ樹脂を用いる。さらに、太陽電池素子膜 120 を 70℃に加熱して、太陽電池素子膜 320 と裏面支持基板（図示せず）の間のワックスを溶融させ、太陽電池素子膜 120 から裏面支持基板（図示せず）を剥離する（S68）。このようにして、図 9（B）に示したような、表面支持基板 370 に SiC 太陽電池素子膜 320 が保持された素子ユニット 3 が形成される。ここで、この素子ユニット 3 が、本発明の「別の素子ユニット」の一具体例に対応する。

【0047】以上のように構成された素子ユニット 3 と（表面支持基板 170 を剥がした）太陽電池 10 とを、図 9（B）に示したように、太陽電池素子膜 320 の裏面と太陽電池素子膜 120 の表面とが対向するように貼り合わせる。接着剤 325（図 10）としては、例えば透明なエポキシ樹脂を使用する。また、太陽電池素子膜 320 の裏面電極 361 と太陽電池素子膜 120 の表面電極 160 は、半田バンプ B により接続される。

【0048】これにより、図 10 に示すように、（光の入射側から順に）SiC 太陽電池素子膜 320、単結晶 Si 太陽電池素子膜 120、単結晶 SiGe 太陽電池素子膜 220 が直列に接続された 3 層構造のタンデム型太陽電池 11 が得られる。また、この 3 層の太陽電池素子膜 320、120、220 は、2 枚の基板 370、18

0により積層方向両側から挟まれている。

【0049】図11は、3つの太陽電池素子膜320、120、220の接続状態を表す図である。各太陽電池素子膜320、120、220は、半田バンプBによって直列に接続されている。3つの太陽電池素子膜320、120、220を積層方向両端部に位置する表面電極360と裏面電極261は、櫛形状に構成されている。なお、裏面電極261は平面電極であっても良い。

【0050】このようにして構成された3層構造のタンデム型太陽電池11の動作は以下になる。表面支持基板370を透過した太陽光のうち、短波長の光はSiC太陽電池素子膜320によって吸収され、それにより発生した光起電力が表面電極360と裏面電極361から出力される。SiC太陽電池素子膜320を通過した光のうち、中程度の波長の光は単結晶Si太陽電池素子膜120によって吸収され、それにより発生した光起電力が表面電極160と裏面電極161から出力される。また、単結晶Si太陽電池素子膜120を通過した長い波長の光は、単結晶SiGe太陽電池素子膜220によって吸収され、それにより発生した光起電力が表面電極260と裏面電極261から出力される。

【0051】図10に示した3層構造のタンデム型太陽電池11では、短波長の光を吸収するSiC太陽電池素子膜320が光の入射面に近い側に配置され、長い波長の光を吸収する単結晶SiGe太陽電池素子膜220が光の入射面から最も遠い側に配置され、中程度の波長の光を吸収する単結晶Si太陽電池素子膜120が中間位置に配置されている。従って、幅広い波長帯域の光を効率的に吸収することができる。

【0052】なお、図8の工程をさらに繰り返すことによって、すなわちタンデム型太陽電池の表面支持基板（あるいは裏面支持基板）を剥離して、別の素子ユニットを貼り合わせることによって、4層構造以上の太陽電池を形成することができる。積層する太陽電池素子膜の種類は、同じであっても良いし違っていても良い。

【0053】以上説明したように、第1の実施の形態に係るタンデム型太陽電池の製造方法によれば、太陽電池素子膜と支持基板からなる素子ユニットを貼り合わせることで、複数層の太陽電池素子膜を有するタンデム型太陽電池を製造するようにしたため、太陽電池素子膜に欠陥が生じた場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良部品として除外し、正常な太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを貼り合わせるようにすることができる。従って、欠陥の無い太陽電池素子膜は全て有効に利用され、材料の無駄を最小限に抑えることができる。

【0054】また、太陽電池素子膜と支持基板からなる素子ユニットを予め多種類用意しておき、用途などに応じて貼り合わせるようにすることも可能になる。このようにすれば、多様な太陽電池が簡単に製造できるように

なる。また、太陽電池素子膜120、220が支持基板170、280によって支持されているので、太陽電池素子膜120、220が薄くても（例えば1μm程度）貼り合わせ作業が可能である。

【0055】また、既に積層された太陽電池10から表面支持基板170を剥離し、別の積層素子ユニットを貼り合わせることを可能にしたため、3層構造以上の太陽電池が簡単に製造できるようになる。

【0056】なお、本実施の形態では、太陽電池11を、SiC太陽電池素子膜、単結晶Si太陽電池素子膜および単結晶SiGe太陽電池素子膜からなる3層構造としたが、他の種類の太陽電池を組み合わせても良い。

【0057】また、本実施の形態では、太陽電池素子膜120と表面支持基板170を接着するために接着テープ171を用いたが、接着テープに代わりに、溶剤（例えば、メチルアルコール、ケトン系溶剤、炭化水素系溶剤など）で溶解するワックス174を用いても良い。この場合、図12に示すように、表面支持基板170に多数の貫通孔175を形成しておけば、表面支持基板170の表面側から供給された溶剤がワックス174の全面に十分行き渡るので、ワックス174をすみやかに溶解させることができる。また、図13に示すように、表面支持基板170の接着面に、例えば格子点上にワックス176を塗布するようにしても良い。このようにすれば、表面支持基板170と太陽電池素子膜120の隙間に流し込んだ溶剤がワックス176の全てに十分行き渡るので、ワックス176をすみやかに溶解させることができる。

【0058】〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態に係るタンデム型太陽電池の製造方法について説明する。図14および図15は、第2の実施の形態に係るタンデム型太陽電池の製造方法を説明するための断面図である。図14（A）に示したように、本実施の形態では、例えばp型不純物を含む単結晶Siからなる半導体基板500の表面に、陽極化成法により多孔質層510を形成する。さらに、多孔質層510の上に、p⁺層521、p層522およびn⁺層523からなる単結晶Si太陽電池素子膜520を形成する。次に、図14（B）に示したように、太陽電池素子膜520上に、酸化膜530、表面電極560および反射防止膜550を形成する。ここまでの工程は第1の実施の形態と同様なので、詳細説明は省略する。

【0059】さらに、図14（C）に示したように、太陽電池素子膜520の表面に、軟化点が49℃のワックス571を用いて、ガラス板570を接着する。なお、太陽電池素子膜520とガラス板570の接着は、60℃に加熱した状態（すなわち、ワックス571を十分に軟化させた状態）で行う。次に、図14（D）に示したように、太陽電池素子膜520から半導体基板500を剥離する。剥離方法は、第1の実施の形態のステップS

16と同様である。さらに、太陽電池素子膜520の裏面に付着した多孔質層510を例えばエッチングにより除去する。

【0060】続いて、図15(A)に示したように、軟化点が67℃のワックス581(図15(B))を用いて、太陽電池素子膜520の裏面に、たとえばPETからなる裏面支持基板580を接着する。続いて、図15(B)に示したように、太陽電池素子膜520を60℃に加熱して、太陽電池素子膜520とガラス板570の間のワックス571(軟化点49℃)を軟化させ、太陽電池素子膜520からガラス板570を剥離し、表面電極560と図示しないリード線を半田付けにより接続する。

【0061】その後、図15(C)に示したように、再度、太陽電池素子膜520にガラス板570を接着する。太陽電池素子膜520とガラス板570を接着するための接着剤572は、例えば透明なエポキシ樹脂である。さらに、太陽電池素子膜520を80℃に加熱して、太陽電池素子膜520と裏面支持基板580の間のワックス581(軟化点67℃)を軟化させ、太陽電池素子膜520から裏面支持基板580を剥離する。次に、太陽電池素子膜520の裏面に裏面電極261(図16)を形成する。

【0062】このようにして形成された素子ユニット5を、第1の実施の形態のステップS30ないしS42の製造工程により製造された素子ユニット2と重ね合わせる。素子ユニット5、2を接着するために用いる接着剤225は、例えば透明なエポキシ樹脂である。また、太陽電池素子膜520の裏面電極261と太陽電池素子膜220の表面電極260とは、半田バンプBにより接続する。

【0063】このようにして、図16に示したような、単結晶Si太陽電池素子膜520と単結晶SiGe太陽電池素子膜220が直列に接続され、2枚の基板(ガラス板570と裏面支持基板280)で挟まれた2層構造のタンデム型太陽電池12が形成される。

【0064】以上説明した第2の実施の形態によれば、光の入射側の支持基板(ガラス板570)を光透過率が高いガラスで構成しているため、より効率的に光を吸収することができる。また、軟化点の異なる複数種類のワックスを利用して太陽電池素子膜520と基板(ガラス板570および裏面支持基板580)を接着しているので、どの基板を太陽電池素子膜520から剥離するかを温度調節によって制御することができる。

【0065】[第3の実施の形態] 次に、本発明の第3の実施の形態に係る単層構造の太陽電池の製造方法について説明する。図17および図18は、第3の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を説明するための工程毎の断面図である。図17(A)に示したように、第3の実施の形態では、例えばp型単結晶Siからなる半導体基

板400の表面に、陽極化成法により多孔質層410を形成する。さらに、多孔質層410の上に、p⁺層421、p層422およびn⁺層423からなる単結晶Si太陽電池素子膜420を形成する。次に、図17(B)に示したように、太陽電池素子膜420上に、酸化膜430、表面電極460および反射防止膜450を形成する。ここまでの工程は第1の実施の形態と同様なので、詳細説明は省略する。

【0066】次に、図17(C)に示したように、太陽電池素子膜420に、比較的剥離が容易な接着剤471、(例えば、リンテック株式会社製のUV硬化型ダイシングテープD-210に使用されている粘着力2000g/25mm~3000g/25mmの粘着剤)を用いて、プラスチックフィルム470を接着する。続いて、図17(D)に示したように、太陽電池素子膜420から半導体基板400を剥離する。剥離工程は、第1の実施の形態のステップS16と同様である。

【0067】次に、図18(A)に示したように、太陽電池素子膜420の裏面全体を覆う、例えばA1からなる裏面電極兼反射板461を、例えばスパッタ法により形成する。さらに、図18(B)に示したように、裏面電極兼反射板461の裏面に、接着剤481(例えば、エポキシ樹脂)を用いて、プラスチック製の裏面支持基板480を貼り付ける。

【0068】次に、プラスチックフィルム470を通してUV(紫外線)照射をして粘着剤471の粘着強度を25g/25mm~5g/25mmに弱くして、図18(C)に示したように、太陽電池素子膜420の表面からプラスチックフィルム470を剥がし、太陽電池素子膜420の表面に残っている粘着剤を例えばアルコールでふき取る。さらに、表面電極460に図示しないリード線を半田付けしたのち、図18(D)に示したように、太陽電池素子膜420の表面に、接着剤472(例えばエポキシ樹脂)を用いて、透明なプラスチック板470'を接着する。

【0069】このようにして、図18(D)に示したような、太陽電池素子膜420がプラスチック板470'と裏面支持基板480に挟まれた単層構造の太陽電池4が製造される。なお、この単層構造の太陽電池4のプラスチック板470'を剥離し、第1の実施の形態と同様に他の太陽電池素子膜と重ね合わせれば、多層構造のタンデム型太陽電池を得ることも可能である。

【0070】以上説明した第3の実施の形態では、UV照射することにより、接着力が弱くなるため1種類の接着剤で表、裏等何回でも使用可能であり、これを用いて太陽電池素子膜420とプラスチックフィルム470とを接着したので、プラスチックフィルム470の剥離作業が簡単である。

【0071】[第3の実施の形態の変形例] 次に、第3の実施の形態の変形例について、図19を参照して説明

する。この変形例では、図19(A)に示したように、太陽電池素子膜420から半導体基板を剥離した後、図19(B)に示したように太陽電池素子膜420の裏面を異方性アルカリエッチングによって加工し、裏面全体に小さな凹凸425を多数形成する。さらに、凹凸425を含む太陽電池素子膜420の裏面の全面に亘ってA1膜をスパッタ法により形成し、反射板兼裏面電極475を形成する。

【0072】その後、図19(C)に示したように、反射板兼裏面電極475の裏面に、接着剤481（例えばエポキシ樹脂）を用いて、例えばPETからなる裏面支持基板480を接着する。また、第3の実施の形態と同様に、太陽電池素子膜420の表面からプラスチックフィルム470を剥離して、表面電極460に図示しないリード線を接続した後、太陽電池素子膜420の表面に透明のプラスチック板470'を接着する。このようにして図19(C)に示したような単層の太陽電池4'が得られる。

【0073】太陽電池4'の表面（プラスチック板470'）から入射した光が、太陽電池素子膜420を厚さ方向に通過してその裏面に達すると、凹凸425と反射板兼裏面電極475の界面によって様々な方向に反射される。このように太陽電池素子膜420の裏面で様々な方向に反射された光は、太陽電池素子膜420とプラスチック板470'との界面でも反射され、その結果、光は太陽電池素子膜420内をジグザグに進行する。従って、太陽電池素子膜420の厚みが薄くても（例えば10μm程度）、光の進む経路を長くすることができ、それだけ効率的に光を吸収することができる。

【0074】なお、太陽電池のプラスチック板470'を剥がして太陽電池素子膜を重ね合わせれば、多層構造のタンデム型太陽電池を得ることも可能である。

【0075】【第4の実施の形態】次に、本発明の第4の実施の形態に係る太陽電池の製造方法について説明する。第4の実施の形態では、第1の実施の形態におけるステップS10ないしS28と同様の工程により製造された素子ユニット1と、別の工程により構成された素子ユニット6とを貼り合わせることににより、2層構造のタンデム型太陽電池を製造する。以下、第1の実施の形態と異なる点についてのみ説明し、その他の説明は省略する。

【0076】図20は、第4の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を表す工程図である。また、図21ないし図23は、図20の製造方法を説明するための工程毎の断面図である。図20におけるステップS70ないしS88の工程は、第1の実施の形態におけるステップS10ないしS28の工程と全く同様なので、説明は省略する。また、このステップS70ないしS88の工程で製造された素子ユニット1は、第1の実施の形態の素子ユニット1と同じ符号で表す。

【0077】次に、素子ユニット6を、図20のステップS90およびS92の工程により製造する。まず、図21(A)に示したように、例えばp型単結晶Siからなる半導体基板600の表面に、陽極化成法により多孔質層610を形成する（S90）。さらに、図21(B)に示したように、多孔質層610の上に、p'層621、p層622およびn'層623からなる単結晶SiGe太陽電池素子膜620を形成する（S92）。太陽電池素子膜620上には、酸化膜630、表面電極660および反射防止膜650を形成する。ここまでの工程は第1の実施の形態と同様なので、詳細説明は省略する。

【0078】次に、図22(A)に示したように、素子ユニット1と素子ユニット6を、太陽電池素子膜120、620が対向するように貼り合わせる（S94）。このとき、太陽電池素子膜120の裏面電極161と太陽電池素子膜620の表面電極660とは、半田バンプBによって接続する。また、接着剤125としては、例えば透明なエポキシ樹脂を用いる。これにより、図22(B)に示したように、太陽電池素子膜120、620が直列に接続され、且つ透明な表面支持基板170と半導体基板600とで挟まれた構造が得られる。

【0079】次に、図23(A)に示すように、太陽電池素子膜620から半導体基板600を剥離する（S95）。第1の実施の形態と同様、剥離の際には、例えば、表面支持基板170と半導体基板600との間に引っ張り応力を加える方法、水あるいはエタノールなどの溶液中に半導体基板600を浸し、超音波を照射して多孔質層610の強度を弱めて剥離する方法、または遠心力を加え多孔質層610の強度を弱めて剥離する方法を用いる。

【0080】続いて、太陽電池素子膜120の裏面に付いている多孔質層610Aをエッチングにより除去した後、図23(B)に示したように太陽電池素子膜620の裏面に例えばA1により裏面電極兼反射板670を、例えばスパッタ法により形成する（S96）。

【0081】次に、接着剤（例えばエポキシ樹脂）を用いて、太陽電池素子膜620の裏面（裏面電極兼反射板670）に、例えばプラスチックからなる裏面支持基板680を接着する（S97）。このようにして、図23(B)に示したような、単結晶Si太陽電池素子膜120と単結晶SiGe太陽電池素子膜620を直列に配置した2層構造のタンデム型太陽電池が得られる。

【0082】以上説明した第4の実施の形態では、太陽電池素子膜620と半導体基板600により素子ユニット6を構成し、素子ユニット1、6を貼り合わせた後で半導体基板600を剥離するようにしているので、太陽電池素子膜620に表面支持基板などを接着する必要が無い。そのため、第1の実施の形態のステップS34

（図1）に対応する工程が不要になり、工程数が一つ少

なくて済むという効果が得られる。

【0083】[第5の実施の形態の変形例]次に、本発明の第5の実施の形態に係る二次元配置型の太陽電池の製造方法について説明する。図24は、第5の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を表す工程図である。また、図25ないし図27は、図24の製造方法を説明するための工程毎の断面図である。

【0084】本実施の形態に係る製造方法では、図25(A)に示したような、例えば(100)結晶面を持つ単結晶シリコンよりなる半導体基板700を使用する。10 単結晶シリコンとしては、例えばBなどのp型不純物が 10^{13} atms/cm³程度添加され、0.01~0.02Ω・cm程度の比抵抗を有するものが好ましい。

【0085】まず、図25(B)に示したように、半導体基板700の表面に、第1の実施の形態と同様の陽極化成法により多孔質層710を形成する。次いで、例えば1100℃の温度で30分間水素アニールを行って多孔質層710の表面に存在する穴を塞いだ後、SiH₄等のガスを用いて、例えば1070℃の温度条件で、多孔質層710上に単結晶Si層をエピタキシャル成長させることにより、例えば1~50μmの太陽電池素子膜720を形成する。

【0086】多孔質層710の上に、例えばBを約 10^{13} atms/cm³ドーピングしてp⁺層722を形成する。次に、p⁺層722の上にp型単結晶シリコン層を約10μmエピタキシャル成長させることによってp層723を形成する。

【0087】さらに、図25(D)に示したように、p層723をフォトレジスト(図示せず)でマスクして、プラス電極を形成する部分にBをドーピングしてp⁺層726を形成した。さらに、p層723の表面にP(隣)をドーピングしてn⁺層724を形成し、マイナス電極を形成する部分に更にPをドーピングしてn⁺⁺層725を形成した。

【0088】次に、図26(A)に示したように、太陽電池素子膜720表面に例えば熱酸化により酸化膜740を所定のパターンに形成した後、この酸化膜740上に例えばSi、N、からなる反射防止膜750を形成する。さらに、図26(B)に示したように、反射防止膜750に電極用開口部を形成して、この開口部に選択的に例えばTi-Pd-Ag(チタン-パラジウム-銀合金)よりなるプラス電極761とマイナス電極760を形成する(S104)。このようにして、プラス電極761とマイナス電極762が一方の側に形成された素子ユニット7が形成される。

【0089】次に、図27(A)に示したように、素子ユニット7を複数個(ここでは3個)平面上に並べ、これら素子ユニット7を図27(B)に示したように共通部材770に接着する(S106)。なお、素子ユニット7と共通部材770を接着するための接着剤701と 50

しては、例えば透明なエポキシ樹脂を用いる。

【0090】なお、この共通部材770は透明の絶縁材料により構成された板状部材である。また、共通部材770には、隣接する素子ユニット7同士のプラス電極761とマイナス電極760を接続する導体部771が形成されている。この導体部771により、共通部材770に取り付けられた素子ユニット7は直列に接続される。

【0091】次に、共通部材770に取り付けられた素子ユニット7から半導体基板700を剥離する(S108)。第1の実施形態と同様、剥離の際には、例えば、共通部材770と半導体基板700との間に引っ張り応力を加える方法、水あるいはエタノールなどの溶液中に半導体基板700を浸し、超音波を照射して多孔質層710の強度を弱めて剥離する方法、または遠心力を加えて多孔質層710の強度を弱めて剥離する方法を用いる。

【0092】さらに、太陽電池素子膜720の裏面に残った多孔質層710をエッチング等により除去し、太陽電池素子膜720の裏面に、例えばPETからなる共通の裏面支持基板780を接着する(S110)。このようにして、図27(C)に示したような二次元配置型太陽電池が得られる。

【0093】以上説明した第5の実施の形態では、複数の素子ユニット7を共通の支持部材に取り付けることによって二次元配置型の太陽電池を形成するようにしたため、太陽電池素子膜のいずれかに欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを共通の支持部材に接着して太陽電池を形成することができる。従って、材料の無駄が最小限に抑えられる。

【0094】また、太陽電池素子膜720の同一面にプラス電極761とマイナス電極760を形成し、導体部771によって各太陽電池素子膜720のプラス電極761を隣接する太陽電池素子膜760のマイナス電極760に接続するようにしたため、簡単に、複数の太陽電池素子膜720を直列に接続することができる。

【0095】以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記各実施の形態では、単結晶Si、単結晶SiGeおよびSiC等からなる太陽電池素子膜を用いたが、他の太陽電池素子膜(例えばアモルファスSi、多結晶Si、GaAs等からなる太陽電池素子膜)を用いても良い。

【0096】また、太陽電池素子膜を形成する下地となる半導体基板の材質は、Siの代わりにGeであっても良い。なお、半導体基板を、Siとの格子定数のミスマッチが少ない材料(例えばAl₂O₃)で形成しても良い。この場合には、Al₂O₃基板の上にSi太陽電池素子膜をヘテロエピタキシャル成長させることが可能で

ある。

【0097】また、上記各実施の形態では、ワックスなどの接着剤を用いて表面支持基板（または裏面支持基板）と太陽電池素子膜とを接着したが、表面支持基板（または裏面支持基板）を高温下で粘着力を呈するEVA（エチレンビニルアセレート）で構成すれば、接着剤を使用しなくても良い。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請求項19のいずれか1に記載の太陽電池の製造方法によれば、複数の素子ユニットを組み合わせることによって太陽電池を形成するようにしたため、ある太陽電池素子膜に欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを組み合わせることで太陽電池を形成することができる。従って、材料の無駄を最小限に抑えることができる。また、予め太陽電池素子膜と基板からなる素子ユニットを作っておくことが可能になるので、それだけ、製造工程が簡単になる。

【0099】また、請求項2ないし請求項14のいずれか1に記載の太陽電池の製造方法によれば、少なくとも2つの素子ユニットを貼り合わせることによって太陽電池を形成するようにしたため、ある太陽電池素子膜に欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを貼り合わせて太陽電池を形成することができる。従って、材料の無駄を最小限に抑えることができる。

【0100】また、請求項15ないし請求項19のいずれか1に記載の太陽電池の製造方法によれば、複数の素子ユニットを共通部材に取り付けることによって二次元配置型の太陽電池を形成するようにしたため、ある太陽電池素子膜に欠陥が発生した場合には、その太陽電池素子膜を含む素子ユニットを不良品として除外し、欠陥の無い太陽電池素子膜を含む素子ユニットだけを共通部材に接着して太陽電池を形成することができる。従って、材料の無駄を最小限に抑えることができる。

【0101】特に、請求項18記載の太陽電池の製造方法によれば、太陽電池素子膜の同一面にプラス電極とマイナス電極を形成し、各太陽電池素子膜のプラス電極を隣接する太陽電池素子膜のマイナス電極に接続するようにしたため、太陽電池素子膜を二次元的に配置してなる太陽電池において、各太陽電池素子膜を簡単に直列接続することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を表す工程図である。

【図2】図1の製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図であ

る。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】3層構造の太陽電池の製造方法を表す工程図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】3層構造の層構造を表す概略斜視図である。

【図12】本発明の第1の実施の形態で使用することができる表面支持基板の例を示す図である。

【図13】図12の表面支持基板の別の例を示す図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態に係る製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図15】図14に続く工程を説明するための拡大断面図である。

【図16】図15に続く工程を説明するための拡大断面図である。

【図17】本発明の第3の実施の形態に係る製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図18】図17に続く工程を説明するための拡大断面図である。

【図19】本発明の第3の実施の形態に係る製造方法の変形例を説明するための断面図である。

【図20】本発明の第4の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を表す工程図である。

【図21】図20の太陽電池の製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図22】図21に続く工程を説明するための拡大断面図である。

【図23】図22に続く工程を説明するための拡大断面図である。

【図24】本発明の第5の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を表す工程図である。

【図25】図24の太陽電池の製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図26】図25に続く工程を説明するための拡大断面図である。

【図27】図26に続く工程を説明するための拡大断面図である。

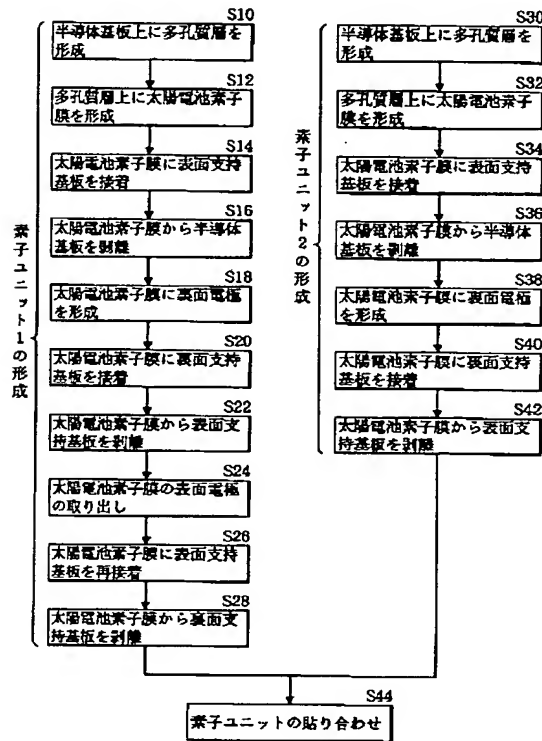
【符号の説明】

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7…素子ユニット、100、

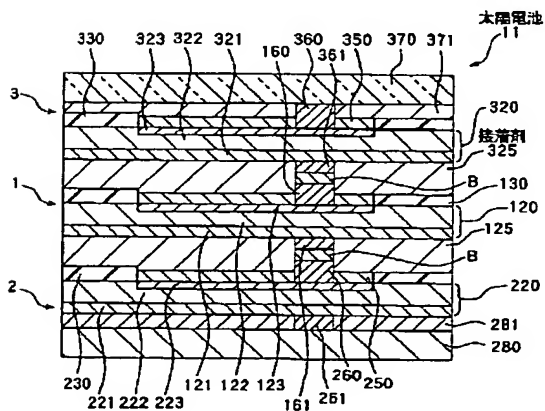
21

200, 400, 500, 600, 700…半導体基板、110, 210, 410, 510, 610, 710…多孔質層、120, 220, 320, 420, 520, 620, 720…太陽電池素子膜、160, 260, 360, 460, 560, 660…表面電極、16*

【図1】



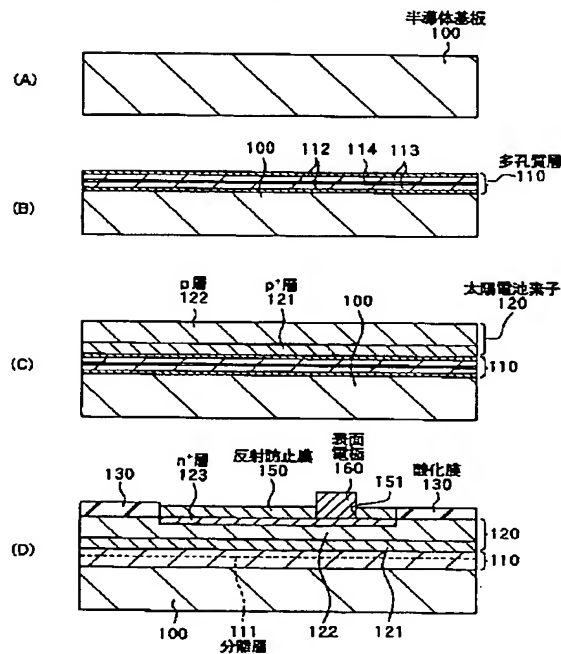
【図10】



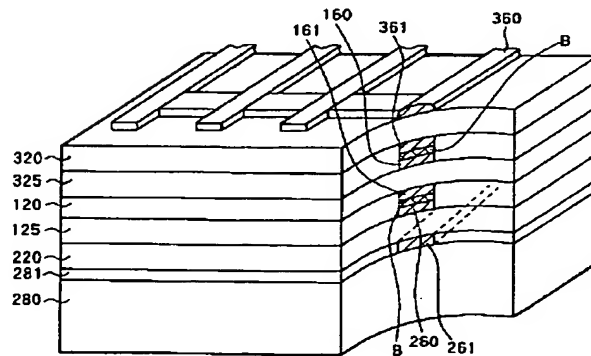
22

* 1, 261, 361, 461, 561…裏面電極、170', 270, 370, 570…表面支持基板、180, 280, 480, 580, 680, 780…裏面支持基板、470'…プラスチック板、570…ガラス板。

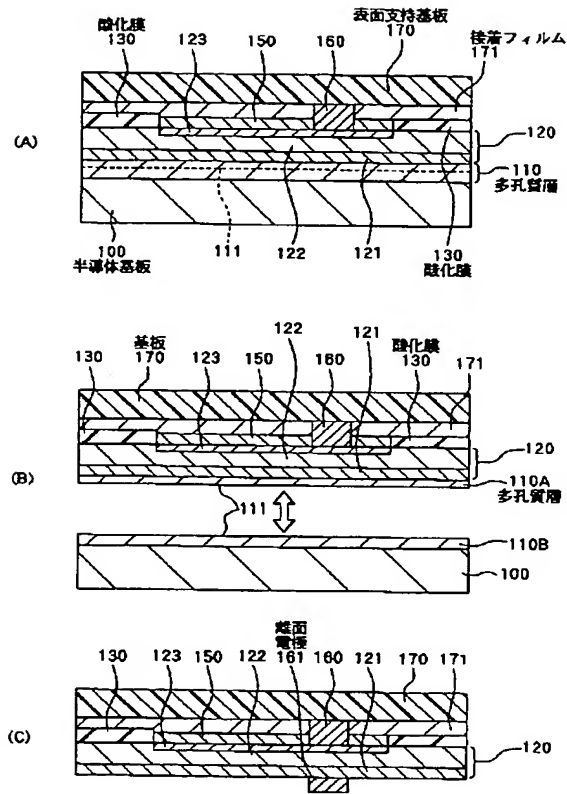
【図2】



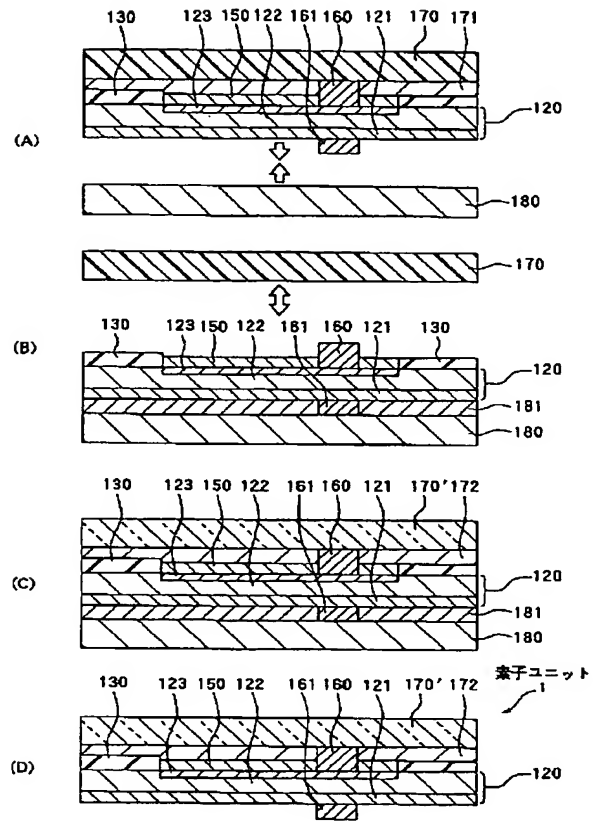
【図11】



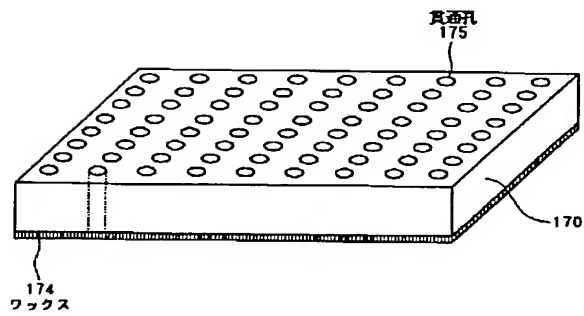
【図3】



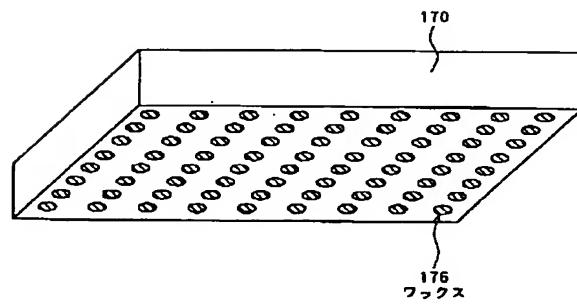
【図4】



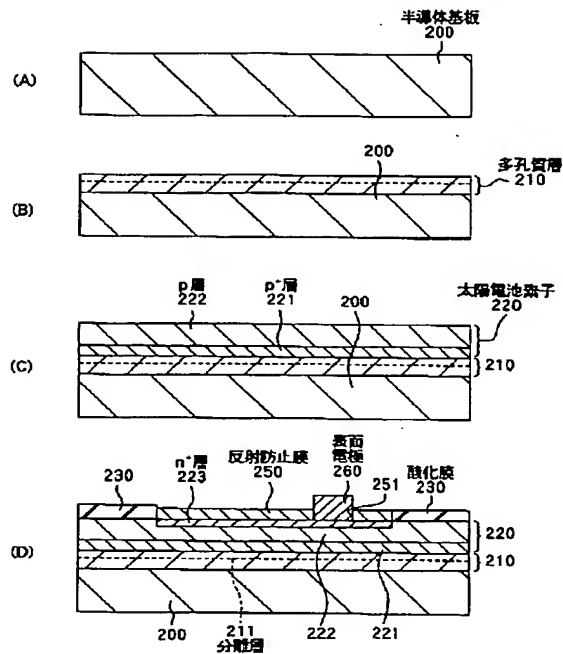
【図12】



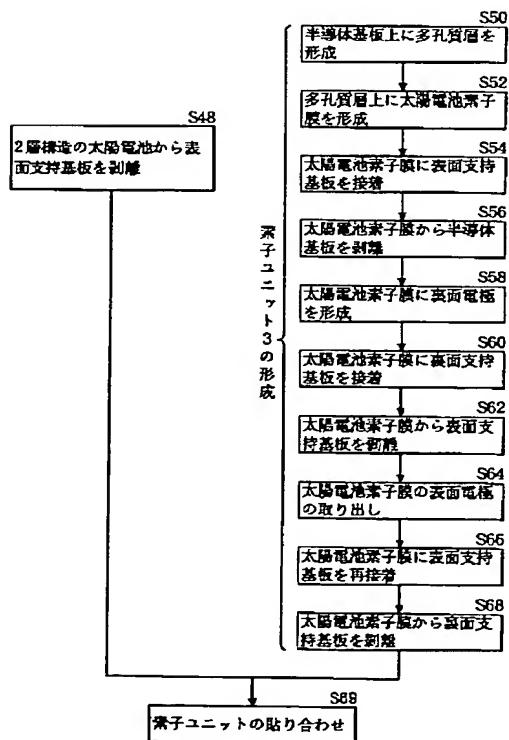
【図13】



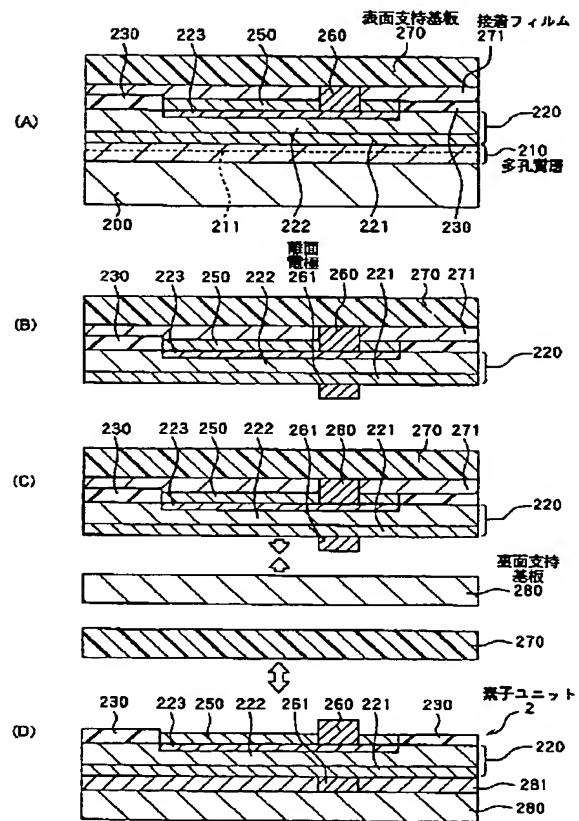
【図5】



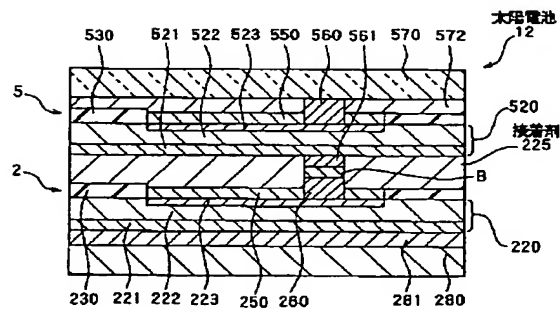
【図8】



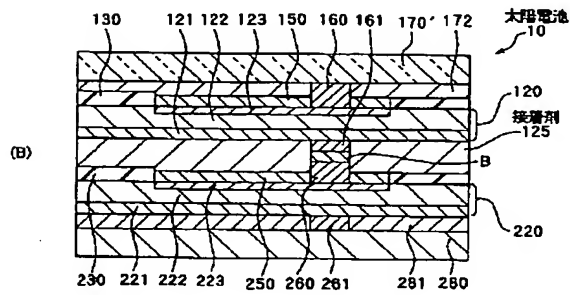
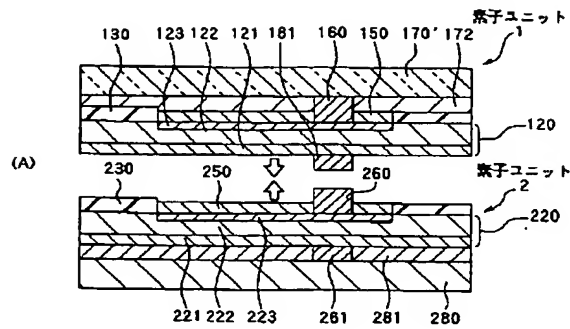
【図6】



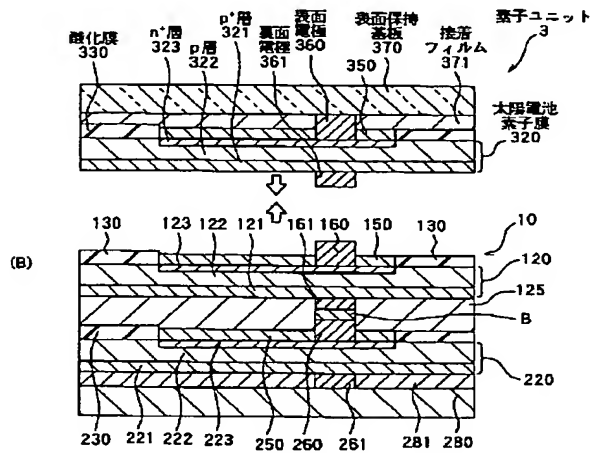
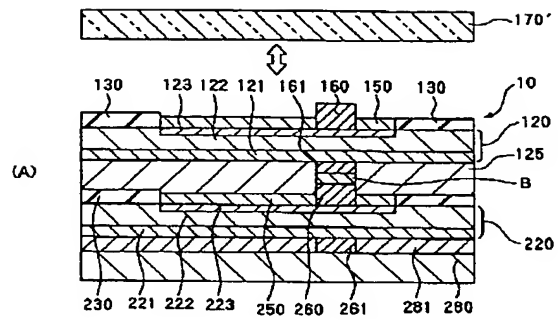
【図16】



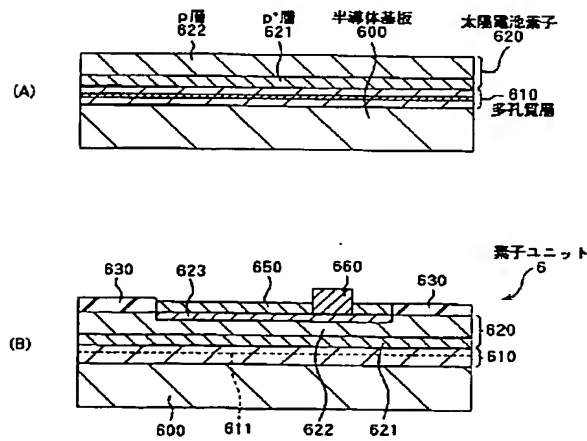
【図7】



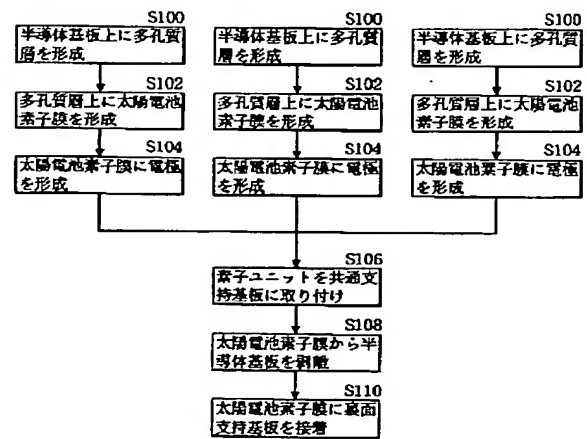
【図9】



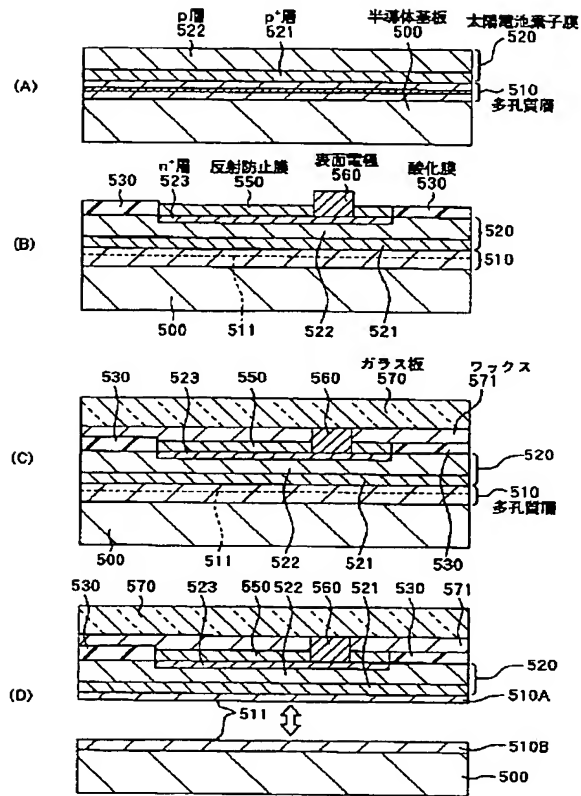
【図21】



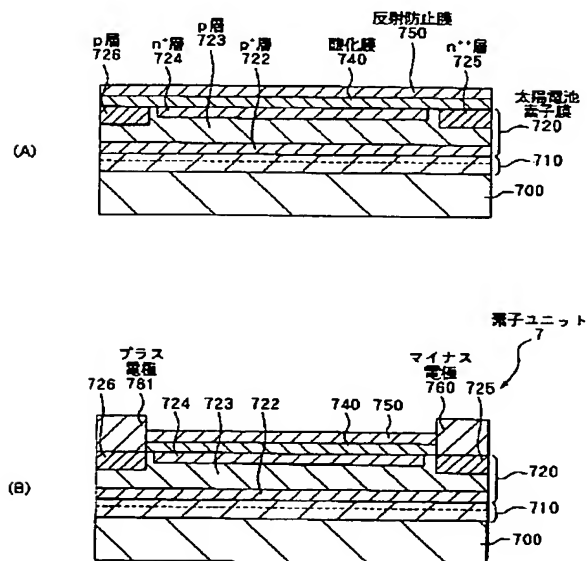
【図24】



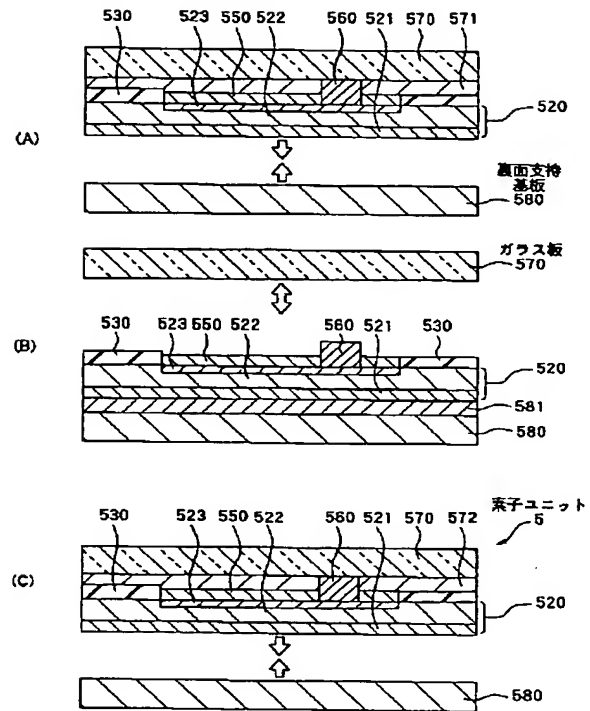
【図 14】



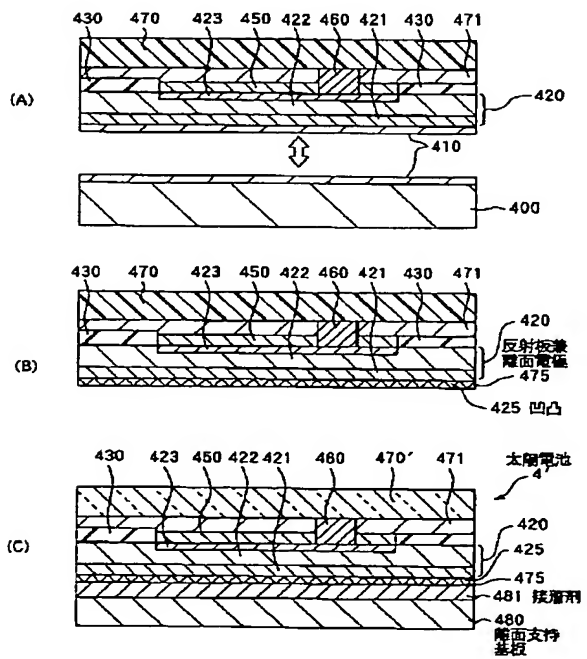
【圖26】



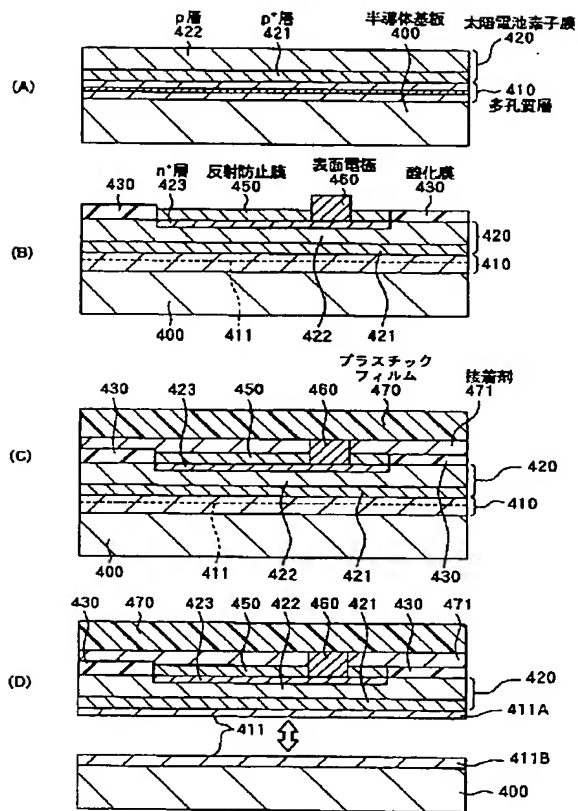
【图 15】



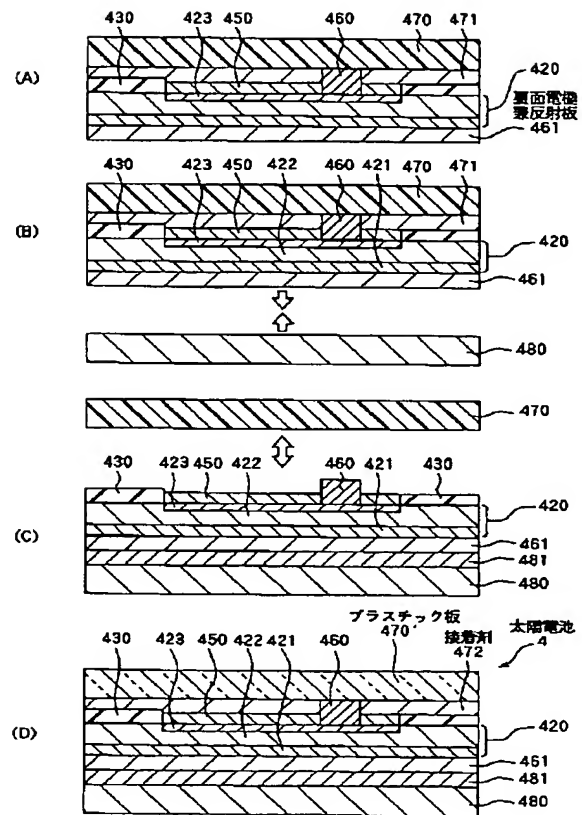
【圖 19】



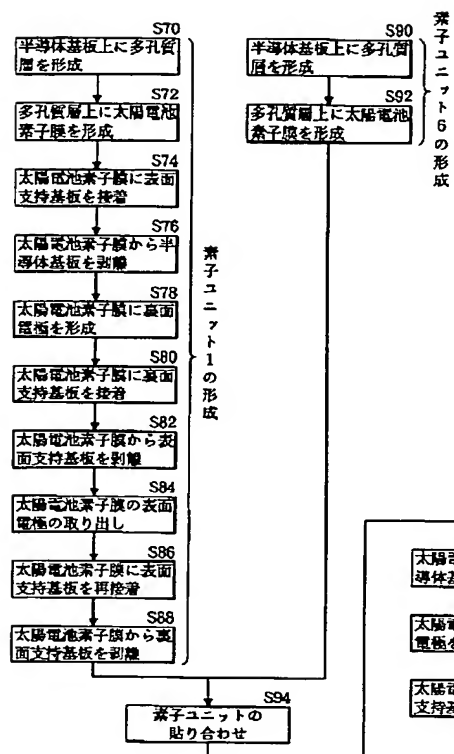
【図17】



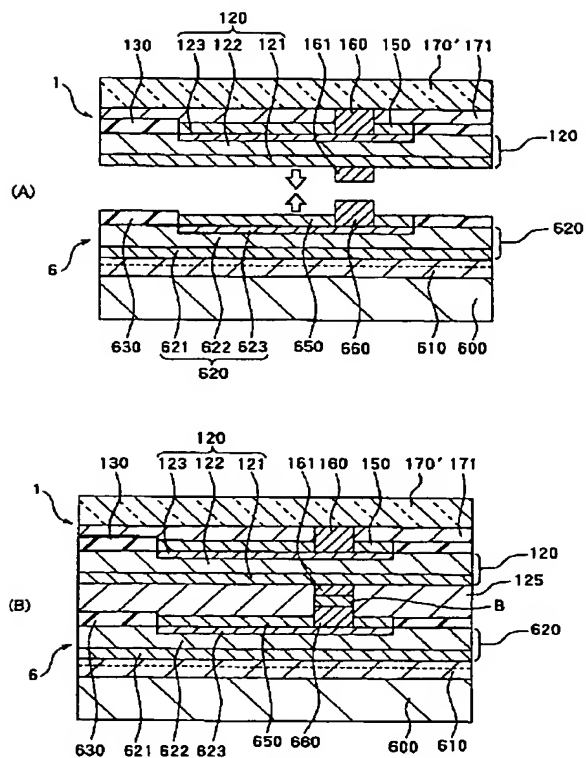
【図18】



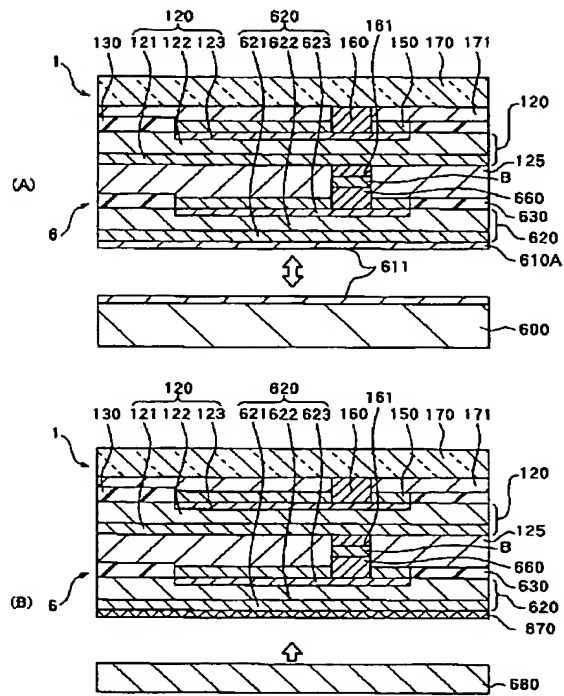
【図20】



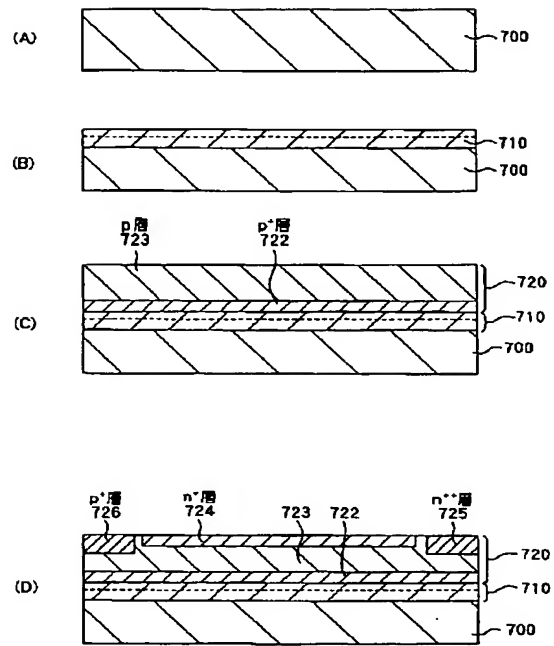
【図22】



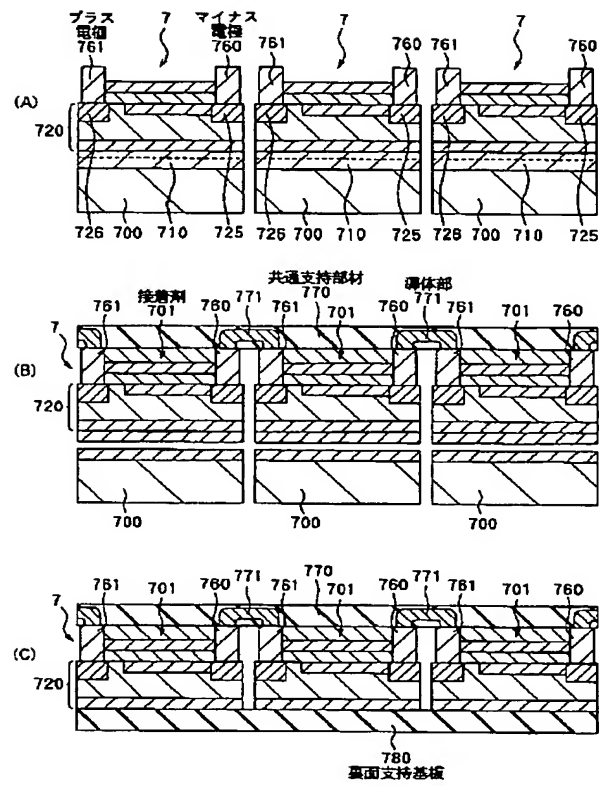
【図23】



【図25】



【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 松下 孟史
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
 ー株式会社内

Fターム(参考) 5F051 BA14 CB01 CB30 DA17 EA20
 GA04 GA14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.